

---

# Planification coopérative de trajectoires d'avions

Romaric Breil<sup>\*1,2</sup>, Laurent Lapasset<sup>2</sup>, Daniel Delahaye<sup>1</sup>, and Eric Feron<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Mathématiques Appliquées, Informatique et Automatique pour l'Aérien (MAIAA) – Ecole Nationale de l'Aviation Civile - ENAC – 7 avenue Edouard Belin CS 54055 31055 TOULOUSE Cedex 4, France

<sup>2</sup>Capgemini – Capgemini – 109 avenue Eisenhower 31086 Toulouse cedex 1, France

## Résumé

Dans le contexte actuel de croissance constante du trafic aérien, il est prévu que les capacités de régulation arrivent à saturation. Pour y remédier, des travaux de recherche visent à automatiser certaines tâches de décisions.

Grâce à l'ADS-B (Automatic dependent surveillance-broadcast), les avions échangent leur position durant toute la durée du vol. Ils connaissent donc l'état du trafic dans leur voisinage. L'ADS-B ouvre donc la porte au développement de méthodes permettant aux avions d'adapter leurs trajectoires pour respecter les distances de sécurité, tâche jusque-là dévolue aux seuls contrôleurs aériens.

La plupart des méthodes développées pour automatiser la gestion du trafic utilisent un cadre centralisé, et tentent d'optimiser le trafic dans son ensemble. Or, ces méthodes s'adaptent difficilement à des événements imprévus. Une approche décentralisée offre une meilleure résilience aux perturbations.

Ainsi, nous nous sommes intéressés à la régulation du trafic au croisement de deux routes aériennes, par régulation de la vitesse des avions, en utilisant leur connaissance du voisinage conférée par l'ADS-B. Pour ce faire, nous avons développé un système multi-agents dans lequel les avions modifient leur vitesse de manière à éviter les conflits. Les avions choisissent leur vitesse en fonction de l'heure d'arrivée de leurs voisins au point de croisement des deux routes aériennes.

Le premier prototype montre des résultats prometteurs. Des simulations sans régulation, puis avec, ont été comparées : la distance séparant les avions a été mesurée à chaque seconde. Avec régulation, la totalité des collisions est évitée, et les avions respectent en tout temps une distance de séparation de 3 milles nautiques (NM). Il faut noter que cette distance est inférieure à la distance minimale de sécurité, de 5 NM. Cependant, la méthode offre de nombreux axes d'amélioration dans la recherche de solutions, comme une meilleure anticipation des actions des voisins, ou la possibilité pour les avions de dévier de leur route.

**Mots-Clés:** trafic aérien, planification coopérative, système multi, agents

---

\*Intervenant